Lane Medical Library

Beiträge zur Kenntniss der Kalkresorption im Thierkörper.

(Aus dem hygienischen Institut zu Amsterdam.)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

an der

Grossherzoglich Badischen Ruprecht-Carolinischen Universität Heidelberg

von

J. Bijl

Arzt in der kgl. Niederländischen Marine.

geboren zu Rotterdam.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät zu Heidelberg.

Decan und Referent: Professor **W. Kühne.**

Amsterdam.

Gebrüder Schröder.

1884.

Beiträge
zur Kenntniss der Kalkresorption
im Thierkörper.

(Aus dem hygienischen Institut zu Amsterdam.)

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

an der

Grossherzoglich Badischen Ruprecht-Carolinischen Universität Heidelberg

von

J. Bijl

Arzt in der kgl. Niederländischen Marine.

geboren zu Rotterdam.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät zu Heidelberg.

Decan und Referent: Professor **W. Kühne.**

Amsterdam.

Gebrüder Schröder.

1884.

An meine Eltern.

An dieser Stelle sei es mir vergönnt, Allen, welche während meines Studiums an der Universität Amsterdam zu meiner medicinischen Erziehung beigetragen haben, meinen Dank zu bezeugen, besonders Ihnen, verehrter Professor Forster. Seien Sie überzeugt, dass die Erinnerung an die Zeit, während welcher ich unter Ihrer Leitung und in Ihrem Laboratorium thätig habe sein können, sowie an die Bereitwilligkeit, mit der Sie mir ein Thema zur Bearbeitung gegeben, und mit welcher Sie mir bei der Ausführung und Zusammenstellung der nachfolgenden Arbeit zur Seite gestanden sind, nicht verbleichen wird.

Angenehm ist es mir hier auch meine Erkenntlichkeit auszudrücken für das Wohlwollen, das ich von Seite des Herrn Geheimrath Professor Dr. Kühne in Heidelberg als Referent über die vorliegende Dissertation gefunden habe.

Amsterdam im März 1884.

J. Bijl.

Durch die Untersuchungen von J. Lehmann, Roloff[1]), E. Voit[2]) u. A. ist neuerdings bekanntlich, trotz entgegenstehender Meinungen, der Beweis geführt worden[3]), dass eine ungenügende Zufuhr von Kalk beim wachsenden Thiere zu rachitischen Erscheinungen führe, während bereits vor einem halben Jahrhundert durch Chossat[4]) [bestätigt durch C. Voit[5])] gezeigt worden ist, dass unter dem gleichen Ernährungsmangel auch die Knochen ausgewachsener Thiere leiden.

Auf der anderen Seite geht aus den Versuchen Forsters[6]) hervor, dass die Menge van Aschebestandtheilen, welche der Thierkörper zu seiner Erhaltung bedarf, eine relativ kleine sein kann, und dass in einer Nahrung, welche Eiweiss und die anderen verbrennlichen Nahrungsstoffe in Form der Naturprodukte enthält, in der Regel sogar ein Ueberschuss der sogenannten Nährsalze zugeführt werde. Nur wenn, woran bei der Nahrung des Menschen wohl kaum gedacht werden kann, ausschliesslich Fleisch und etwa Fett verzehrt würde, nur in diesem Falle würde, nach den Berechnungen und Versuchen des letzteren[7]), die Kalkzufuhr ungenügend sein, um auf die Dauer den Kalkgehalt der Organe, sowohl der Muskeln etc., als auch der Knochen auf einer für das Leben nöthigen Höhe zu erhalten.

---

1) Arch. f. Path. Anat. XXXVII p. 434.
2) Zeitschr. f. Biol. XVI. p. 62. 1880.
3) Vergl. Forster »Ernährung und Nahrungsmittel». Leipzig 1882.
4) Gaz. med. 1842. p. 206.
5) Amtl Ber. d. 50. Naturforschervers. zu München 1877 S. 292.
6) Zeitschr. f. Biol. Bd. IX S. 297. 1873.
7) Zeitschr. f. Biol. XII S. 473. 1876.

Verhält sich aber die Sache in dieser Weise, dann kann das Auftreten jener Knochenkrankheiten, unter den natürlichen Bedingungen, sowohl beim wachsenden als beim ausgewachsenen Individuum nicht liegen in einer ungenügenden Aufnahme von Kalk, sondern die gewöhnlichen Ursachen von Rachitis, Osteoporose etc. müssen in Verhältnissen gesucht werden, welche in functionellen Veränderungen gewisser Organe der erkrankten Individuen liegen.

Das nächstliegende ist daran zu denken, dass insbesondere bei Menschen aus verschiedenen Nahrungsmitteln der in ihnen enthaltene Kalk nach ihrer Aufnahme in den Darm nicht in dem genügenden Maasse resorbirt werde.

Dass dies nicht geschehe, könnte auf der einen Seite, worauf in der neueren Zeit besonders durch Seeman[1]) aufmerksam gemacht wird, darin seinen Grund haben, dass aus verschiedenen Ursachen in den Magen nicht genug Salzsäure abgesondert würde, durch welche der in den verzehrten Speisen enthaltene Kalk zur Lösung und damit zur Resorption gebracht wird.

Es könnte aber anderseits gerade so gut der Fall sein, dass überhaupt der Kalk, trotz relativ reicher Gegenwart, normal nicht in ausreichendem Maasse in dem Darme resorbirt würde.

Nach allgemeiner Annahme kann nämlich die Resorption der Kalksalze in dem Darme der höheren Thiere nur im Magen und noch in den Anhängen des Dünndarmes (beim Pflanzenfresser auch wieder im Dickdarme) stattfinden.

Im Magen des Menschen aber verweilen die aufgenommenen Speisen, je nach ihrer Art und Beschaffenheit verschieden lange Zeit[2]). Antheile derselben werden dortselbst theils gelöst und resorbirt, andere Theile werden noch weiter aufgeweicht und verkleinert und gehen als Speisebrei, der aus einem Gemenge von gelösten und ungelösten Stoffen besteht, allmählig in den Dünndarm über.

Da die Aufweichung und Zerkleinerung im Magen bei verschiedenen Speisen von vornherein als ungleich angenommen werden muss, so ist auch dabei sowohl, wie selbst zu ver-

1) Arch. f. Path. Anat. LXXVII S. 249. 1876.
2) Zeitschr. f. Biol. XIX S. 129. 1883.

schiedenen Zeiten bei gleichen Speisen gedacht werden kann, die Menge der Substanzen, welche im ungelösten Zustand aus dem Magen in den Dünndarm übertreten, eine sehr wechselnde.

Es ist anzunehmen, dass einerseits Speisen, welche in sehr fein vertheiltem Zustande in den Darm gelangen, oder solche, welche sehr feinkörnig im Magen niedergeschlagen werden, wie das z. B. bisweilen, wenn auch seltener, bei der Milch der Fall sein kann, und anderseits Substanzen, welche in Form von gröberen Partikeln in den Magen gelangen oder in demselben auftreten (man denke an die käsige Masse, in welcher die Kuhmilch im Säuglingsmagen häufig gerinnt), mehr ungelöste Antheile in den Dünndarm liefern, andere dagegen wiederum weniger.

Damit ist auch die Möglichkeit gegeben, dass einmal aus verschiedenen Speisen und dann in verschiedenen Zeiten aus den gleichen Nahrungsmitteln das einemal mehr, das anderemal weniger Kalk während des Durchganges durch den Verdauungsapparat resorbirt wird.

Das muss sich umsomehr geltend machen, als der in den Speisen enthaltene Kalk in Form von leichter und schwerer auflösbaren Salzen vorkommt, und in vielen Fällen dazu auch Bedingungen vorhanden sind, dass in dem Magen selbst schwerlösliche Kalksalze gebildet werden.

Es ist nun eine auffallende Erscheinung, dass die auf den Kalkmangel zurückzuführenden Knochenkrankheiten (Rachitis) meist und vorzüglich bei Kindern resp. Säuglingen vorkommen, welche mit Kuhmilch oder andern Nahrungsmitteln »künstlich« aufgefüttert werden, während bekanntlich das Auftreten van Rachitis bei Kindern die mit Muttermilch ernährt werden ein seltenes Ereigniss ist[1]), und doch wird im Allgemeinen von den Kindern in der Muttermilch weniger Kalk verzehrt als in den anderen Kindernahrungsmitteln; und doch ist, wie Forster gezeigt hat, die Menge von Kalk, welche ein Kind bei ausschliesslicher Zufuhr von mit Wasser verdünnter Kuhmilch in seinen Magen einführt, etwa dreimal grösser, als die Kalkmenge, welche das Kind zum Ansatz von Körpersubstanz während des

1) Vergl. Seeman.

Wachsthums nöthig hat. Aus diesen Gründen erschien es Prof. Forster wichtig, in seinem Laboratorium nachsehen zu lassen, wie gross die Menge von Kalk wäre, die unter wechselnden Umständen und aus verschiedenen Nahrungsmitteln nach ihrer Aufnahme in den Verdauungsapparat resorbirt würde.

Nun sind aber sowohl die Stellen, woselbst in dem Darmkanale die Kalkresorption stattfindet, als auch die näheren Bedingungen und Umstände dieser Resorption durchaus nicht in hinreichendem Maasse bekannt.

Sieht man die Meinungen nach, welche die verschiedenen Autoren hierüber haben, so kann man auf das deutlichste sehen, dass unter ihnen keine Uebereinstimmung herrscht, ja, dass die verschiedenen Vorstellungen in dieser Angelegenheit zum Theil unklar, zum Theil sehr willkürlich sind.

Im Allgemeinen kann man die herrschenden Anschauungen etwa in zwei Gruppen vertheilen: Auf der einen Seite scheint man zu der Annahme geneigt zu sein, dass der verzehrte Kalk theilweise in dem Darmkanal resorbirt werde, und nach dieser Resorption, so weit er nicht in dem Körper angesetzt würde, mit dem Harne wieder aus dem Körper eliminirt würde. Der in den Ausscheidungen des Darmes enthaltene Kalk würde demnach nur zu einem sehr geringen Theile aus dem Körper stammen, sondern würde zum weitaus grössten Theile unresorbirter Kalk sein, welcher den Darm von seiner Eingangs- bis zur Ausgangsöffnung durchwandert hätte.

Danach würde die im Harne ausgeschiedene Quantität Kalk das Maass abgeben für die Resorption der Kalksalze im Darme und der in dem Falle ausgeschiedene Kalk würde hiernach Verdauungsrückstand, »unausgenützter« Kalk, von verzehrten Nahrungsmitteln herrührend sein.

Der Meinung, dass dies sich so verhält, scheinen namentlich Nothnagel und Rossbach[1]) zu sein, und zwar indem sie sich auf die Versuche von Körber stützen, wonach in die Blutbahn gebrachte Erdsalze (Magnesiumsulfat) nicht in den Darm ausgeschieden würden, sondern sämmtlich im Harne erscheinen. Dies soll insbesondere für Fleischfresser und den Menschen geltend sein.

1) Handb. der Arzneimittell. III. Aufl. 1878. p. 79.

Schon Lehmann[1]) hatte übrigens aus den Messungen über die Kalkausscheidung im Harne auf die Resorption der Kalksalze im Darme geschlossen, als er sah, dass von den Kalksalzen, die einem Kalbe im normalen Futter verabreicht wurden, nur Spuren im Harne erscheinen.

Im Darme des Menschen wird von Riesell[2]) die Grösse der Kalkresorption bemessen nach der Menge der im Harne auftretenden Kalksalze, während die Faeces nach ihm ausschliesslich unresorbirt gebliebenen Kalk enthalten.

Als ferner später Etzinger[3]) die Verdauungsfähigkeit der leimgebenden Gewebe untersuchte, stellte er auch Versuche mit feinvertheilten Knochenpulver an; hierbei sah er den Kalkgehalt des Urins sich nicht vermehren und schloss daraus, dass Kalk in solcher Form gegeben nicht resorbirt wird.

In der neueren Zeit hat auch Perl[4]) gemeint, dass die so gegebenen Kalksalze sehr wenig oder nicht resorbirt werden, wobei er sich ebenfalls auf die Wahrnehmung stützte, dass dabei keine Vermehrung des Kalkes im Harne auftrete.

Wäre bei diesen Erfahrungen eine Vermehrung des *Ca* im Harne gefunden worden, so wäre selbstverständlich auch auf eine grössere Kalkresorption geschlossen worden.

Verhielte sich in der That die Sache so, so wäre es relativ leicht zu bestimmen, in welcher Quantität der Kalk aus den einzelnen Nahrungsmitteln beim normalen Menschen aufgenommen würde. Diese Kenntniss der normalen Kalkresorption wäre insbesondere wichtig für die gewöhnliche Ernährung der Kinder, bei welchen ja gerade das Auftreten rhachitischer Processe so häufig beobachtet wird, und zwar gerade, wie allgemein angenommen wird und wie auch aus den bereits erwähnten Versuchen hervorgehen dürfte, in Folge einer unzwekmässigen Ernährungsweise und damit im Zusammenhange stehenden Verdauungsstörungen oder Erkrankungen des Darmes.

Um nun zu diesen Kenntnissen zu gelangen, hätte nichts anders zu geschehen als die Bestimmung der in einem ge-

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. CVIII S. 367. 1858.
2) Hoppe-Seyler, Med. chem. Unters. S. 319. 1868.
3) Zeitschr. f. Biol. X p. 103. 1872.
4) Arch. f. Path. Anat. LXXIV S. 54. 1878.

gebenen Nahrungsmittel enthaltenen Kalkmengen und die Vergleichung dieser Mengen mit der Kalkausscheidung im Harne innerhalb einer bestimmten Zeitfolge.

Leider aber liegt die Sache nicht so einfach, als der hier erst besprochenen Anschauungsweise entspricht. Es ist nämlich nicht erlaubt, den in den Faeces enthaltenen Kalk als unverdauten Kalk zu bezeichnen; denn es werden doch beständig in den Darm die Secrete der Leber, des Pancreas u. s. w. geliefert, deren Quantität unter Umständen sehr gross ist, und welche nicht unbeträchtliche Mengen von Kalk enthalten, die sie dem Körper entnehmen. Da diese Kalksalze aber im Darme weiter wandern und in die Faeces gelangen können, so ist es nicht möglich aus der Kalkausscheidung durch die Nieren Schlüsse auf die Resorption des Kalkes zu ziehen. Darauf macht schon die vielfach besprochene und im Allgemeinen bereits durch Liebig erklärte Erfahrung aufmerksam, dass die im Harne ausgeschiedene Kalkmenge in einer gegebenen Zeit beim Pflanzenfresser im allgemeinen relativ geringer ist als beim Fleischfresser, trotzdem die Quantität Kalk, welche der erste in gleicher Zeit mit dem Futter verzehrt, die von dem letzteren in den Magen gebrachte Kalkmenge, weit übersteigt. So berechnete bereits Lehmann[1]), dass ein Kalb in seinem täglichen Futter $24{,}_5$ gram *CaO* aufnimmt, und das Versuchsthier von J. Bertram[2]) (Ziege) verzehrte mit dem Heue täglich, neben etwa 9 gram N, in Mittel über 7 gram Calciumoxyd; ein Hund jedoch, der mit 1000 gr. reinem Fleisch und 150 gr. Fett sich erhält, verzehrt darin 34 gr. Stickstoff mit nur $1{,}_2$ gr. Kalk, und der Versuchshund von Heiss[3]) nahm täglich in 150 gr. Fleisch und 20 gr. Fett neben 5 gr. Stickstoff nur $0{,}_{03}$ gr. Kalk ein.

Die Ziege Bertrams aber schied im Harne täglich etwa $0{,}_{07}$ gr. Kalk oder 1% des aufgenommenen Kalkes aus, der Hund von Heiss dagegen $0{,}_{01}$ gr. oder etwa 33% der verzehrten Kalkmenge.

---

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. CVIII p. 367. 1858.
2) Zeitschr. f. Biol. 15 S. 335. 1878.
3) Ebenda 12 S. 150. 1876.

Auf indirectem Wege war bereits Liebig zu der Meinung gedrängt worden, dass die Erdsalze auch durch den Darm aus den Körper ausgeschieden werden[1]). Besonders deutlich spricht er sich an anderer Stelle[2]) aus, wo er aus den chemischen Verhalten der Eisensalze und der phosphorsauren Erden schliesst, dass ein Theil des Darmkanals die Functionen der Nieren als Organ der Absonderung, dabei gerade auch des Kalkes übernimmt.

In der That dürfte dies auch aus einer Anzahl späteren Versuche hervorgehen. So spritzte z.B., ähnlich wie es Körber mit Magnesiumsalzen gemacht hat, Soborow[3]) 1 gr. milchsaures Calcium in die Blutbahn eines Hundes. Da darauf die Kalkausscheidung im Harne von $0{,}_{031}$ nur auf $0{,}_{076}$ gram stieg, so müssen die restirenden $0{,}_{100}$ gr. Calcium, wenn man nicht willkürlich eine Kalkaufspeicherung im Körper daraus interpretiren will, durch den Darm wieder aus dem Körper entfernt worden sein. Auch die Beobachtung Bertrams[4]), dass beim Menschen durch den Zusatz von pflanzensaurem Alcalien zur Nahrung die Kalkausscheidung durch den Harn bedeutend verringert wird, spricht kaum dafür, dass von dem verzehrten Kalke nunmehr weniger resorbirt wurde, sondern dass eben nach der Oxydation der Pflanzensäure zu CO_2 und der dadurch bewirkten Alcalisirung des Harnes die Excretion des in dem Körper freiwerdenden Kalkes von den Nieren nach den Darm verlegt wurde.

Auch Tereg und Arnold[5]) fanden nicht nur bei der Darreichung von Kalksalzen, sondern auch als sie sauren phosphorsauren Kalk in das Blut eines Hundes einspritzten, nur einen Theil des Kalkes stets im Harne, der Rest wurde in den Faeces erhalten. Daraus erhellt, wie sie richtig angeben, dass die Thierkörper auch durch den Darm von Kalk befreit werden können.

---

1) Liebig, Thier-Chemie. II. Aufl. 1843. S. 73 II.
2) Chem. Briefe. Ausg. 1845. S. 303 u. 304.
3) Centrbl. f. d. med. Wissensch. X Nr. 39.
4) a. a. O.
5) Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. d. Mensch. u. Thiere. 3 (III) S. 170. 1883.

Es spricht sich in diesem Sinne auch Voit[1]) aus. Nach ihm ist der in den Faeces enthaltene Kalk (resp. Erdsalze) nicht ausschliesslich herrührend von einer unvollständigen Auslaugung dieser Erdsalze aus dem Darminhalte, sondern stammt zweifellos theilweise aus den Organen. Er stützt sich hierbei besonders auf die Erfahrung über die Ausscheidung der Faeces beim Hunger.

Die Hungerfaeces sind reich an Asche, die fast nur aus phosphorsaurer Erdalcalien besteht. Sein Versuchshund von 30 Kilo Körpergewicht lieferte beim Hunger im Tage $1{,}_{388}$ gr. trockenen Koth, mit $0{,}_{360}$ gr. Asche, welche 39% oder $0{,}_{14}$ gr. Kalk enthielt. Er sagt: »Es kann daher nicht zweifelhaft sein, dass auch bei stark sauer reagirendem Harne eine beträchtliche Menge von Kalk aus den Säften in den Darm ausgeschieden wird».

Man kann sonach aus den zahlreich vorkommenden Analysen des Harnes und der Faeces beziehungsweise aus der ausgeschiedenen Kalkmenge keineswegs auf die Resorption von Kalk schliessen. Von dem in dem *Harne* ausgeschiedenen Kalke ist es natürlich zweifellos, das derselbe aus dem Körperinnern stammt; allein der in den *Faeces* enthaltene Kalk rührt jedenfalls zum Theil aus den Organen, kann aber auch unresorbirter Kalk sein, der das Darmrohr einfach durchwandert hat. Wie gross der eine, wie gross der andere Antheil ist lässt sich selbstverständlich mit Hilfe der Kalkanalyse nicht ausmachen.

Voit nimmt[2]) ohne *nähere* Gründe an, dass der Körper bei der meist überschüssigen Kalkzufuhr, aus dem Darminhalt höchstens soviel Kalk aufnehme, als die Organe brauchen; aber es kann mit demselben Rechte und mit eben so grosser Wahrscheinlichkeit behauptet werden, dass soviel Kalk aufgenommen wird, als eben im Darme löslich wird und dass bei einer reichlichen Kalkaufnahme die Secretion des Kalkes in den Darm erheblicher als die durch die Nieren gesteigert werde, so dass für gewöhnlich der in den Faeces enthaltene Kalk zum

1) Handb. d. Physiol. v. Hermann VI (I) S. 373. 1881.
2) Hermanns Handb. d. Physiol. VI (I) p. 374. 1881.

grösseren Theil, vielleicht nahezu vollständig nicht bloss einfach durch den Verdauungsapparat hindurch getreten wäre, sondern in Wirklichkeit eine Zeit lang im Blute und den Organen gekreist oder verweilt hätte. Es ist von vornherein anzunehmen, dass die Kalksalze hauptsächlich nur in dem Anfangstheile des Verdauungsapparates, soweit dessen Inhalt sauer reagirt, resorbirt werdeu können.

Dies ist nun in der That auch für eine bestimmte Nahrungszufuhr beim Pflanzenfresser dargethan durch die höchst interessanten Versuche von Eugen Wildt[1]), die bisher unseres Erachtens nicht die genügende Berücksichtigung gefunden haben.

Unter der im Allgemeinen richtigen Annahme, dass die in dem Pfianzenfutter enthaltene Kieselsäure nicht resorbirt werde, vergleicht Wildt die in den verschiedenen Theilen des Verdauungskanals enthaltene Bestandtheile mit der jeweilig gefundenen Kieselsäuremenge und erhält dadurch ein Bild über die Veränderungen des verzehrten Futters auf seinem Durchgange durch den Darm und über die Beimengungen, die durch die Secretion der Verdauungssäfte etc. geschehen.

Was nun den Kalk anlangt, so zeigte sich, dass von diesem nach seiner Aufnahme über 59% in den Mägen resorbirt wurde.

Allmählig wurde dann im Dünndarme zu den Uebrigen nicht resorbirten 41% wieder Kalk als Ausscheidungsprodukt beigemischt bis im Coecum nunmehr 12% des im Futter enthaltenen Calciumoxyds fehlten. Bei dem Pflanzenfresser wurde hierauf noch neuerdings im Dickdarme soviel resorbirt, dass die ganze resorbirte Kalkmenge etwa 28% des ursprünglich vorhandenen betrug. Im ganzen, waren sonach 59 + (28—12) oder etwa 75% der verzehrten Kalkmenge in den Körper gelangt, obwohl auf die Faeces mehr als $^2/_3$ davon trafen.

Die Experimente von Wildt beweisen einerseits auf das deutlichste, dass Kalk im Darme nicht bloss mit den Verdauungssäften ausgeschieden, sondern theilweis selbst noch ohne besondere Secretion von Verdauungssäften excernirt wird, und zeigen ferner, dass die Resorption des Kalkes hauptsächlich, wie auch stets angenommen wurde im Anfange des Verdauungskanals stattfindet, dass aber diese Resorption eine sehr be-

trächtliche ist und offenbar weit das Kalkbedürfniss der Thiere überschreiten dürfte, besonders wenn man annehmen wollte, dass das Kalkbedürfniss aus der Menge des im *Harne* ausgeschiedenen Kalkes berechnet werden könnte.

Auf alle Fälle ist deutlich, dass man die Menge von Kalk, die im Darme aus einer bestimmten Nahrung in den Thierkörper resorbirt wird, nicht aus der Analyse der Ausscheidungen bestimmen kann, da die Faeces nicht bloss unresorbirten, sondern auch im Darme se- und excernirten Kalk enthalten.

Will man also über die Grösse der Kalkresorption bei verschiedenen Nahrungsmitteln ein Urtheil gewinnen, so muss derselbe Weg eingeschlagen werden wie Wildt gethan hat. — Es ist nun wohl anzunehmen, dass die Verhältnisse der Kalkausscheidung im Darm des Fleischfressers und Omnivoren resp. des Menschen, denen im Darme des Pflanzenfressers ähnlich sind, um so mehr als nach den Versuchen Wildts die Excretion des Kalkes hauptsächlich im Dünndarme erfolgt; nur in Bezug auf die Quantitäten, um die es sich beiderseits handelt, dürften Unterschiede existiren.

Bezüglich der Resorption dagegen sind grössere Differenzen zu erwarten, da beim Pflanzenfresser, speciell beim Wiederkäuer, an dem Wildt seine Versuche anstellte, die anatomischen Verhältnisse des Darmes ein relativ langes Verweilen der verzehrten Nahrung in den Mägen und demzufolge eine relativ günstige Ausnützung der Kalksalze bedingen dürften. Versuche über die Kalkresorption, die etwa am Pflanzenfresser angestellt worden wären, könnten daher keineswegs Aufschlüsse geben, wie sich die Sache beim Menschen verhielte.

Die relativ einfache und sichere Methode von Wildt, den Kalk mit der Kieselsäure in dem Inhalte der einzelnen Darmabschnitte zu vergleichen, war somit für die von Professor Forster angeordneten Versuche ausgeschlossen.

Da aber über die Art der Kalkresorption beim Menschen oder beim Fleischfresser, dessen Verdauungsapparate der menschliche Darm sich mehr anschliesst als dem Darm des Pflanzenfressers oder gar des Wiederkäuers, keine Untersuchungen vorliegen, auf Grund welcher vergleichende Bestimmungen der Kalkaufnahme aus verschiedenen Nahrungsmitteln gemacht

werden konnten, so beauftragte mich Prof. Forster zuerst eine Versuchsreihe an Hunden anzustellen, um einige Aufschlüsse zu gewinnen über das Verhalten des Kalkes, der mit einem bestimmten Nahrungsmittel und zwar zunächst mit der Milch, in den Darm eingeführt wurde, während des Durchtrittes der eingenommenen Substanzen durch den Verdauungsapparat, damit von dieser Basis aus dann später die vergleichenden Untersuchungen über die Kalkresorption ausgeführt werden könnten, Untersuchungen, welche zunächst und vor Allem für die Ernährung der Kinder von Bedeutung sein mussten.

Allerdings mussten wir uns hier, da wir aus den angeführten Gründen Wildts nichts folgern konnten, darauf beschränken, die in verschiedenen Theilen des Verdauungskanals gefundenen Kalkmengen einfach zu bestimmen und sodann auf indirectem Wege daraus, und aus den übrigen Befunden Schlüsse auf den Weg zu ziehen, welchen der jeweilig gefundene Kalk zurückgelegt hatte.

Die Versuche, welche ich nach den Anordnungen von Prof. Forster im hygienischen Laboratorium der Universität Amsterdam im Laufe des Jahres 1883 ausgeführt habe, wurden folgender Weise angeordnet:

Die Aufgabe war, bestimmte Zeiten nach der Aufnahme von Milch, die für sich allein oder noch unter Zusatz von Kalksalzen an die Versuchsthiere (junge und ausgewachsene Hunde von etwa 4—7 Kilo Körpergewicht) gereicht wurde, die Kalkmengen zu bestimmen, welche im Inhalte der verschiedenen Theile des Darmrohres der rasch getödteten Thiere zich befanden und mit der in der Zufuhr enthaltenen Kalkmenge zu vergleichen.

Das jeweilig benutzte Thier wurde vor dem Versuche in einem eisernen, sorgfältig rein gehaltenen Käfige, der zum Ablaufe des Harnes mit einem geneigten Boden versehen war, bewahrt. Zunächst erhielt das Thier nach einem vorausgehenden Hungertage, stets 2—3 Tage lang eine der Grösse desselben entsprechende Menge reinen, von Sehnen und Knochen völlig befreiten Fleisches, um auf solche Weise den Darm von früheren Speiseresten zu befreien und im Dickdarme reinen Fleischkoth

anzusammeln, dessen Aussehen und Zusammensetzung nach den zahlreichen Versuchen Voits und seiner Schüler hinreichend bekannt ist. Nach dieser Fleischdiät hatte das Versuchsthier $2^1/_2$ Tag = 60 Stunden lang zu hungern. Dadurch erreichten wir nach der Erfahrung von Professor Forster, dass das ganze Darmrohr, mit Ausnahme der unteren Theile des Dickdarmes, in welchem trockene, zähe, schwärzlich gefärbte Fleischfaeces angesammelt blieben, leer war. Bei einzelnen Thieren erfolgt die Entleerung der Fleischfaeces aus dem Dickdarm, der dann stärker gefüllt bleibt, nur sehr langsam; in solchen Fällen haben wir dann am Ende des 1. Hungertages nach der Fleischfütterung durch die Applicirung eines Clystier's von lauem Seifenwasser die Dickdarmentleerungen veranlasst.

Nach diesen Vorbereitungen erhielt das Thier nunmehr nach den 60 Hungerstunden das ihm bestimmte Nahrungsmittel, meistens Milch, in einzelnen Fällen noch andere später zu erwähnende Substanzen, die es meist begierig zu sich nahm.

Die Menge der Milch war in den einzelnen Versuchen ungleich, doch wurden im Allgemeinen nur geringe Quantitäten gegeben, um nicht etwa zu einem rascheren Durchtritte durch den Dünndarm Veranlassung zu geben. Aus gleichem Grunde wurde die gereichte Milch etc. stets auch vorher auf etwa 32 bis 35° erwärmt.

Nach Verlauf einer bestimmten Zeit (etwa 1—4 Stunden), während welcher das Thier sorgfältig bewacht blieb, damit es nicht etwa kalkhaltigen Staub oder Schmutz auflecken konnte, wurde dasselbe rasch chloroformirt und nach dem Oeffnen der beiden Arteriae femorales durch Verbluten und bisweilen durch Durchschneidung der Medulla oblongata rasch getödtet, sofort im warmen Zimmer die Bauchhöhle geöffnet und durch bereit gehaltene Schlingen in situ am Pylorus, etwa am Ende des Duodenums, dann an der Bauhinischen Klappe und endlich, wenn es dem Aussehen des Darmes nach zwekmässig erschien, noch im Dickdarm Schlingen um das Darmrohr geschlossen, dieses an und zwischen den Schlingen durchschnitten und auf solche Weise der Verdauungsapparat in mehrere Theile von einander getrennt. Der Inhalt der einzelnen Theile wurde, was nach einiger Uebung und mit Hülfe einer kleinen mechanischen

Einrichtung, die zu beschreiben nicht lohnen dürfte, rasch und ohne Verlust gelang, in gewogenen Schalen gesammelt, indem durch einen Längsschnitt durch die blutlose Wand Magen und Darmtheile geöffnet, der Inhalt entleert und die der Schleimhaut anhängenden Reste mit destillirtem Wasser nachgewaschen wurden.

Der Inhalt der Schalen wurde bei 100° getrocknet und gewogen, dann verbrannt und in der Asche in bekannter Weise der Kalk als kohlensaurer Kalk bestimmt, in der Rechnung aber als Calcium eingeführt. Selbstverständlich wurde stets die Menge des eingegebenen Kalkes für sich oder in den gewählten Nahrungsmitteln aufs genaueste bestimmt. In einigen Versuchen, in welchen auch der Fettgehalt in der Zufuhr durch Extraction mit Aether in Soxhlets Apparat bestimmt wurde, wurde der Inhalt der Schalen vor dem Verbrennen zur Bestimmung des Gehaltes an Fett etc. mit Aether extrahirt.

In solcher Weise wurden die, in den folgenden Tabellen I, A und B zusammengestellten Versuche ausgeführt.

Tabelle I. A.

Versuche	Art der Nahrung	*Ca* in der Nahrung	Stunden nach der Aufnahme	Calcium im Magen	Duodenum	oberen Dünndarm	unteren Dünndarm
I	250 gr. Milch	0.250 gr.	2	0.035 gr.	0.004 gr.	0.034 gr.	0.095 gr.
II	50 » » + 0.654 $Ca^3 P^2 C^8$	0.303 »	1	0.157 »	0.015 »	0.048 »	0.023 »
III	200 » » + 0.670 »	0.445 »	4	0.216 »	0.005 »	0.013 »	0.113 »
IV	200 » » + 0.680 »	0.514 »	2	0.186 »	0.008 »	0.058 »	0.093 »
V	200 » » + 0.690 »	0.504 »	2½	0.038 »	0.012 »	0,206 »	0.055 »
VI	95.3» » + 11 gr. $Na^2 Co^3$	0.405 »	2	0.076 »	0.0036 »	0.030 »	0.122 »
VII	60 » Casein	0.288 »	2	0.250 »	0.0048 »	0.012 »	0.0104 »
VIII	78.5» »	0.267 »	4½	0	0.0088 »	0.0428 »	0.070 »
IX	94.5» »	0.418 »	4½	0.0528 »	0.0028 »	0.0684 »	0.1016 »
X	121 » » und Kohle	0.546 »	2	0.294 »	0.0044 »	0.0108 »	0.0288 »
XI	104 » Brod	0.067 »	4½	0.0024 »	0.0016 »	0.0024 »	0.0024 »
XII	102 » ungesalzener Speck	0.0002 »	3	0.004 »	0.0006 »	0.005 »	0.008 »
XIII	Zuckerlösung	—	24	—	0.0004 »	0.004 gr.	

Tabelle I. B.

Versuche	Trockne Substanzen						Fett	
	in der Nahrung	im Magen	im Duodenum	im oberen Dünndarm	im unteren Dünndarm	im ganzen Darme	in der Nahrung	im Magen
I	23.45 gr.	7.407 gr.	0.326 gr.	4.759 gr.	5.706 gr.	18.198 gr.	5.250 gr.	4.186 gr.
II	7.345 »	3.502 »	1.270 »	3.630 »	1.100 »	9.502 »	—	—
III	27.35 »	25.120 »	0.694 »	1.585 »	3.162 »	30.561 »	—	—
IV	28.49 »	11.201 »	0.902 »	6.861 »	2.938 »	21.902 »	—	—
V	32.34 »	29.070 »	1.000 »	3.795 »	1.285 »	35.150 »	—	—
VI	22.87 »	5.291 »	1.029 »	6.911 »	4.070 »	17.301 »	—	—
VII	19.00 »	19.234 »	0.947 »	2.764 »	1.520 »	24.465 »	7.233 »	6.471 »
VIII	21.06 »	6.401 »	1.479 »	6.109 »	2.587 »	16.576 »	—	—
IX	31.26 »	9.750 »	2.129 »	9.535 »	5.522 »	26.936 »	—	—
X	42.00 »	31.072 »	1.067 »	2.667 »	1.373 »	36.179 »	—	—
XI	59.60 »	26.812 »	0.639 »	3.870 »	3.102 »	34.423 »	—	—
XII	93.300 »	86.886 »	1.089 »	4.454 »	5.570 »	101.597 »	93.3 »	85.2 »

Die Einzelheiten der Versuche und die Unterschiede zwischen denselben ergeben sich aus den Zahlen selbst und bedürfen keiner näheren Erläuterung.

Es fragt sich nun, was mit Bezug auf die Resorption des Kalkes im Darme der Versuchsthiere aus den Tabellen geschlossen werden kann. Zweifellos geht schon aus einer oberflächlichen Betrachtung der Tabellen hervor, dass das Minimum des Kalkes erkannt werden kann, welches in der jedesmaligen Versuchszeit im Darme der Versuchsthiere jedenfalls resorbirt worden ist.

Da nämlich im Dickdarme sich höchstens die von der vorausgehenden Fütterung stammenden Fleischfaeces befanden, so drückt die Differenz zwischen der in der Zufuhr enthaltenen Kalkmenge und zwischen der Quantität Kalk, welche im Magen und in den einzelnen Abschnitten des Dünndarmes gefunden wurde, diejenige Kalkmenge aus, welche in der Versuchszeit sicher in das Körperinnere getreten ist. Ich habe die in den einzelnen Versuchen so erhaltenen Zahlen für Calcium zusammengestellt und daraus die minimale Kalkresorption procentisch berechnet. Auf diese Weise erhalte ich die nachstehende Tabelle:

Tabelle II.

Nr. der Versuche	*Ca* in d. Nahrung	*Ca* im Magen u. Dünndarm	Differenz	Minimale Resorption
I	0.250 gr.	0.168 gr.	0.082 gr.	32%
II	0.303 »	0.243 »	0.160 »	19%
III	0.445 »	0.347 »	0.098 »	22%
IV	0.514 »	0.345 »	0.169 »	53%
V	0.504 »	0.311 »	0.193 »	38%
VI	0.405 »	0.232 »	0.173 »	42%
VII	0.288 »	0.277 »	0.011 »	4%
VIII	0.267 »	0.213 »	0.154 »	59%
IX	0.418 »	0.225 »	0.193 »	46%
X	0.546 »	0.338 »	0.208 »	38%
XI	0.067 »	0.009 »	0.058 »	90%

Es ist also bereits nach dieser Tabelle zweifellos, dass von dem *per os* eingeführten Kalk ein ganz beträchtlicher Theil resorbirt wird.

Bevor wir jedoch auf die Verhältnisse dieser Resorption näher eingehen, haben wir noch die Frage zu besprechen, welchen Ursprunges der im Dünndarme gefundene Kalk ist.

Es ist ja von vornherein anzunehmen, dass mit der Galle und den anderen Darmsäften, welche immerhin Kalk enthalten, gewisse und wechselnde Mengen desselben in den Dünndarm gebracht werden. Das was Wildt[1]) für den Pflanzenfresser auf das genaueste dargethan hat, nämlich eine Secretion von Kalk in dem Dünndarme, findet ohne Zweifel auch beim Fleischfresser, beim Menschen u. s. w. statt.

Man darf daher mit Bestimmtheit behaupten, dass ein Theil und vielleicht der grössere Theil des in den dünnen Därmen gefundenen Kalkes nicht aus dem Magen in den Darm übergetretener und dort nicht resorbirter Kalk ist, sondern mit den Verdauungssäften aus den Drüsen des Darmes ausgeschieden wurde. Die Resorption des Kalkes würde hiernach noch viel bedeutender sein als sich aus der obigen Tabelle (II) ergeben würde.

1) A. a. O.

Es lässt sich allerdings nicht zweifeln, dass Antheile der in den Magen eingeführten Substanzen innerhalb der von uns gewählten Zeit zwischen Nahrungsaufnahme und Tödtung des Thieres von dem Magen aus in die tieferen Theile des Dünndarmes gelangen. Das gilt für gelöste Substanzen nicht minder wie für ungelöste und kann sogar unerwartet schnell geschehen. Wir haben uns hiervon auf zweierlei Weise überzeugen können.

In ein paar Versuchen, in welchen die Tödtung des Thieres innerhalb zwei Stunden nach der Aufnahme der Milch geschah, und welche einiger Unglücksfälle halber während der Trocknung der Substanzen, nicht in die Tabelle aufgenommen werden konnten, haben wir jedesmal den Inhalt des unteren Dünndarmabschnittes zuckerhaltig gefunden, was nur von der aufgenommenen Milch herrühren konnte.

In einigen Versuchen mit Darreichung von Caseïn haben wir dies letztere mit feinstem Russe vermengt.

In allen Fällen fanden sich die namentlich mit dem Microscope leicht erkennbaren Kohlepartikelchen im ganzen Dünndarme bis nahe an der Bauhinischen Klappe vor, wenn auch der grösste Theil noch im Magen sich befand. Dabei ist noch zu erwähnen, dass die Valvula Bauhini weder vom Zucker, noch von der Kohle überschritten wurde.

Wenn nun vielleicht angenommen werden darf, dass der gelöste Zucker, wie die ausserordentlich feinen und leichten Kohlepartikelchen schneller durch den Dünndarm treten als andere Substanzen, speciell unlösliche Kalksalze, so darf man doch wohl annehmen, dass auch ein Theil des in den Magen eingeführten Kalkes direkt von da aus in den Dünndarm gelangte, ohne auf diesem Wege resorbirt zu werden.

Allein nach unserer Ansicht sprechen doch eine Reihe von Erscheinungen dafür, dass dieser Vorgang nur in sehr beschränktem Maasse statt hat.

Zunächst zeigt sich, dass im Darmkanale eines Thieres, das keinen Kalk erhält (z. B. Versuch XII und XIII) oder auch in, nicht in die Tabelle aufgenommenen Hungerversuchen, wenn auch nur Spuren, so doch etwas Kalk gefunden wird. Dass hier nur wenig Kalk secernirt ist, lässt sich wohl begreifen, da wie bekannt die Secretion eines grossen Theiles der Verdauungs-

säfte allein durch den mechanischen und chemischen Reiz der Speiseaufnahme etc. veranlasst wird, und in unserem Falle nur geringe Mengen einer 4%igen Milchzuckerlösung oder Fett vorher gereicht wurden. Dagegen ist bemerkenswerth, dass hier die Menge des Kalkes im Inhalte der Darmabschnitte deutlich erkennbar mit der Entfernung vom Magen zugenommen hat.

In den andern Versuchen springt ebenfalls die Erscheinung deutlich ins Auge, dass von den einzelnen Theilen des Dünndarmes die relativ grösste Kalkmenge stets im untersten Theile desselben aufgefunden wurde. Dies im Zusammenhalte mit dem Umstande, dass im Inhalte des Duodenums[1]) stets nur äusserst geringe Mengen Kalk, auch wenn grosse Mengen davon in den Magen eingeführt worden waren, enthalten sind, berechtigt zweifellos zu der Annahme, dass eine Auswanderung der Kalksalze aus dem Inhalte des Magens in den des Dünndarmes nur in sehr geringem Maasse stattfindet und dass der im Dünndarme gefundene Kalk zum grössten Theile, gerade wie in den sich auf längere Zeit erstreckenden Versuchen von Wildt, aus dem Körperinneren stammten.

Ferner spricht auch der Vergleich der im Darmkanale enthaltenen Menge von Trockensubstanzen mit der gleichzeitig vorhandenen Kalkmenge zu Gunsten der Annahme, dass der grössere Theil des im Dünndarminhalte bestimmten Kalkes nicht unresorbirter, sondern aus dem Körper secernirter Kalk sei.

Wir sehen nämlich eine ganz beträchtliche Incongruenz zwischen dem Kalkgehalte und dem Gehalte an Trockensubstanz in den einzelnen Abschnitten des Digestionsapparates. Wenn dies auch aus leicht begreiflichen Gründen (veranlasst durch die theilweise und ungleiche Verdauung der einzelnen, eingeführten Substanzen und durch die wechselnde Ausscheidung der festen Stoffe in den Verdauungssäften mit nachfolgender Resorption) zu erwarten ist, so ist die Incongruenz doch namentlich gross dann, wenn entweder zwischen der Aufnahme des Futters und der Tödtung des Thieres längere Zeit verstrich, die

1) Ich verstehe darunter den Anfangstheil des Dünndarmes, der sich etwa vom untern Rande des Pylorus-Wulstes auf eine Länge von 20—21 Centimeter hin erstreckt.

verzehrten Substanzen also längere Zeit im Darmrohre verweilen konnten, oder insbesondere dann, wenn etwa im Magen noch grössere Mengen von Trockensubstanzen gefunden wurden, demnach also eine relativ wenig intensive Magenverdauung statt gefunden hatte.

Als Beispiel mache ich aufmerksam auf die Versuche III, V und XI in der Tabelle I. Obwohl in dem Versuch III im Magen noch etwa 92 % der verzehrten Trockensubstanzen (allerdings ohne Abzug der secernirten Stoffe) vorhanden ist, also jedenfalls die Menge der in den Darm übergetretenen Stoffe nur unbedeutend sein kann, ist doch bereits mehr als die Hälfte des verzehrten Kalkes verschwunden, und man kann kaum annehmen, dass die dabei im untersten Theile des Dünndarmes gefundenen $0._{113}$ gr. *Ca* für sich allein aus dem Magen ausgewandert seien, während Eiweisstoffe etc. in letzterem zurückblieben.

Noch ausgeprägter sind die Verhältnisse im Versuch V und XI, wo trotz relativ geringer Resorption der Gesammttrockensubstanz aus dem Magen bereits 93, beziehungsweise 96 % des Kalkes verschwunden sind. Dazu kommt noch, dass in den Versuchen, wo relativ wenig Kalk aus dem Magen verschwunden ist, immer noch beträchtliche Kalkmengen im Dünndarme gefunden werden, die hier sonach noch weniger etwa aus dem Magen stammen dürften.

In Versuch I endlich, in welchem im Mageninhalt auch das Aetherextract bestimmt wurde, waren nach Verlauf von 2 Stunden von dem verzehrten Fette noch $79._3$ % im Magen anwesend, und sonach $20._7$ % in den Dünndarm übergetreten, die sich unter der Annahme, dass sie gar nicht resorbirt worden wären, jedenfalls höchstens zur Hälfte bis in die unteren Theile des Dünndarmes fortbewegt hätten. Es würden sonach von dem in den Magen eingebrachten Fette, trotzdem dasselbe in flüssigen Zustande war, nur kleine Antheile, etwa 10 %, bis in den unteren Dünndarm gewandert sein; wie bereits früher erwähnt, waren auch von der Kohle nur geringe Mengen bis in die Nähe der Valvula Bauhini gelangt; man kann sich daher wohl kaum vorstellen, dass in dem gleichen Versuche, trotzdem noch über 30 % der verzehrten Trockensubstanzen sich im Magen

befand, bereits 46 % des verzehrten Kalkes in den unteren Darmabschnitten angekommen wären

Es liegt selbstverständlich die Annahme viel näher, dass der hierselbst gefundene Kalk nicht von dem in den Magen eingeführten Kalke stammt.

Eine Reihe von Gründen sprechen sonach dafür, dass der in dem Dünndarme vorgefundene Kalk zum weitaus grösseren Theile aus dem Körper secernirt wurde. Ist dies aber der Fall, so ist selbstverständlich die Kalkresorption im Magen grösser, als in der Tabelle II, in welcher wir die Minimalzahlen derselben angegeben haben, ausgedrückt ist. Nehmen wir willkürlich, aber nach obigem jedenfalls berechtigt an, dass von dem in dem Dünndarme gefundenen Kalke $^1/_3$ aus dem Magen stammen, $^2/_3$ dagegen aus den Darmdrüsen etc. secernirt worden wären, so erhalten wir als die wahrscheinliche Grösse der Kalkresorption in unseren Versuchen:

Tabelle III.

	Ca i. d. Nahrung	*Ca* im Magen $+^1/_3$ *Ca* d. Dünnd.	Differenz	Wahrscheinliche Resorptionsgrösse
I	0.250 gr.	0.079 gr.	0.171	69 %
II	0.303 »	0.186 »	0.117	38 %
III	0.445 »	0.253 »	0.192	43 %
IV	0.514 »	0.239 »	0.275	53 %
V	0.504 »	0.129 »	0.375	74 %
VI	0.405 »	0.128 »	0.277	68 %
VII	0.288 »	0.259 »	0.029	10 %
VIII	0.267 »	0.040 »	0.227	85 %
IX	0.418 »	0.110 »	0.308	74 %
X	0.546 »	0.309 »	0.237	53 %
XI	0.067 »	0.004 »	0.063	94 %

Nach Feststellung dieser Thatsachen dürften wir nun eine etwas tiefere Einsicht als früher darüber gewonnen haben, wie etwa die Resorption der Calciumsalze beim Fleischfresser und auch beim Menschen vor sich geht.

Was die Quantitäten anlangt, welche resorbirt wurden, so sind diese ganz beträchtlich und übersteigen häufig trotz der

kurzen Verdauungszeit procentisch die von Wildt an Pflanzenfressern gefundenen Zahlen; das ist leicht begreiflich, da ja der Salzsäuregehalt im Magensaft des Hundes weit grösser ist als in dem des Pflanzenfressers und die Bedingungen zur Lösung der Kalksalze im Magen des ersteren deshalb von vornherein als günstiger angesehen werden dürfen als in dem der letzteren.

Für den Menschen dürfte mit Berücksichtigung der Eigenschaften seines Magensaftes angenommen werden, dass die Kalkresorption sich etwa ähnlich verhalten würde, wie wir sie beim Hunde gefunden haben.

Aus der Tabelle III erhellt ferner, dass das eine Mal viel, das andere Mal weniger resorbirt wurde. Diese Ungleichheit der Resorption kann von verschiedenen Einflüssen herrühren.

Es liegt auf der Hand, dass zunächst wesentlich 3 Momente in Betracht kommen können, nämlich 1) die Art der Nahrung bezw. des Kalkes in ihr, 2) die Quantität des gegebenen Kalkes, 3) die Anzahl Stunden, welche zwischen Nahrungsaufnahme und Tödtung des Thieres verstrichen.

In den unten stehenden Tabellen IV, V und VI habe ich die zufolge Tabelle III gewonnene Resorptionsgrösse des Calciums nach diesen eben angegebenen Momenten zum Vergleiche zusammengestellt:

Tabelle IV.

Nr. der Versuche	Art der Nahrung.	Resorptionsgrösse
I	200 gr. Milch	69 %
II	50 » » + 0.654 Ca^3 P^2 O^8	38 %
III	200 » » + 0.670 »	43 %
IV	200 » » + 0.680 »	53 %
V	220 » » + 0.690 »	74 %
VI	95.5 » » + 11 gr. Na^2 CO^3	68 %
VII	60 » Casein	10 %
VIII	78.5 » »	85 %
IX	94.5 » »	74 %
X	121 » »	53 %
XI	104 » Brod	94 %

Tabelle V.

Nr. der Versuche	Anzahl Stunden	Resorptions-grösse
II	1	38 %
I	2	69 %
IV	2	53 %
VI	2	68 %
VII	2	10 %
IX	2	74 %
V	$2^1/_2$	74 %
XI	3	94 %
III	4	43 %
VIII	$4^1/_2$	85 %
X	$4^1/_2$	53 %

Tabelle VI.

Nr. der Versuche	Quantität *Ca*	Resorptions-grösse
X	0.546 gr.	53 %
IV	0.514 »	53 %
V	0.504 »	74 %
III	0.445 »	45 %
IX	0.418 »	74 %
VI	0.405 »	68 %
II	0.303 »	38 %
VII	0.288 »	10 %
VIII	0.267 »	85 %
I	0.250 »	64 %
XI	0.067 »	94 %

Meine Versuche habe ich gemäss den Anordnungen von Prof. Forster hauptsächlich angestellt, um einige Orientirung über die Grösse der Kalkresorption beim Fleischfresser und damit auch beim Menschen und über die eventuelle Differenz in derselben zu gewinnen. Wir können daher mit Sicherheit über die Intensität der Wirkung der obengenannten Momente kein Urtheil abgeben.

Allein es geht aus den letzten Tabellen, die wir vergleichsweise zusammengestellt haben, doch hervor, dass jedes einzelne

Moment einen Einfluss haben kann. So sehen wir beispielsweise, dass aus dem Brode procentisch mehr Kalk resorbirt wurde, als bei Darreichung von Milch und dass auch die procentischen Zahlen bei Darreichung von Casein durchschnittlich etwas höher zu sein scheinen als die bei der Milchfütterung. Ebenso scheint mit der Menge des gegebenen Kalkes auch die Menge des resorbirten Kalkes zu steigern, so dass nicht bloss selbst absolut, sondern sogar relativ mehr Kalk bei grossem Kalkgehalte in der Zufuhr resorbirt wird.

Es deuten sonach unsere Versuche die Richtung an, nach welcher weitere Experimente anzustellen sind. Der Umstand jedoch, dass nach allen drei Anordnungen hier die Zahlen der Tabellen mitunter ganz unerwartete Differenzen und namentlich keine bestimmte Proportionalität zeigen, dürfte sich wohl hauptsächlich dadurch erklären, dass es sich um Versuche an verschiedenen Individuen, nicht an einem einzigen, handelt.

Es kommt daher zweifellos als ein wesentliches Moment für die Beurtheilung der Kalkresorption noch hinzu: die Individualität der Versuchsthiere.

Der Zustand der letzteren war begreiflicherweise in unsern Versuchen ein sehr ungleicher. Wir haben das eine Mal ältere, das andere Mal jüngere Thiere verwendet; sie befanden sich in einem ungleichen Ernährungs- und selbst auch Gesundheitszustand, was auch von grösserer oder geringerer Bedeutung für das Verhalten des Kalkes sein kann; ja in dem einem Falle (Versuch VII Tabelle III) zeigte sich nach der Tödtung, dass das Thier an einem subacuten Magen- und Darmkatarrh litt.

Es ist die Absicht von Professor Forster, nachdem durch die von mir unter seiner Leitung angestellten Versuche einigermassen der Weg gebahnt ist, noch näher die Verhältnisse der Kalkresorption und die Bedeutung und den Werth verschiedener Einflüsse darauf experimentell zu verfolgen, und zwar namentlich mit Rücksicht auf die sogenannte künstliche Ernährung der Säuglinge und des Wachsenden überhaupt.

Buch- & Handelsdruckerei,
TH. A. VAN ZEGGELEN,
Amsterdam.